



Primer registro de *Cardiatherium chasicoense* (Rodentia, Hydrochoeridae) fuera del área pampeana (Argentina) y su valor bioestratigráfico

Cecilia M. DESCHAMPS^{1,3}, Emma C. VIEYTES^{2,4}, A. Itatí OLIVARES^{2,4} y María G. VUCETICH^{1,4}

Abstract. FIRST RECORD OF *CARDIATHERIUM CHASICOENSE* (RODENTIA, HYDROCHOERIDAE) OUT OF THE PAMPEANA REGION (ARGENTINA) AND ITS BIOSTRATIGRAPHICAL SIGNIFICANCE. A skull and associated mandible of a rodent found in the Arenisca Albardón Member, Loma de las Tapias Formation, San Juan Province, Argentina, is studied. It is assigned to the species *Cardiatherium chasicoense* (Hydrochoeridae), being the single record of this species out of its type locality, Arroyo Chasicó, Buenos Aires province. In addition, this is the single remain with skull and mandible in association, which permits corroboration of the assignment to this species of isolated upper teeth found in the type locality. This specimen was compared qualitatively with all the species of *Cardiatherium* so far recognized, and was included in geometric morphometric analyses in order to compare morphological features that could not be evaluated through linear measurements. The specimen is a juvenile, and proved to fit within the model proposed for ontogenetic growing of cheek teeth for late Miocene capybaras. Its assignment to *C. chasicoense* permits the correlation of the bearing levels with those of the type locality, lithofacies association 3 (Las Barrancas Member) of the Arroyo Chasicó Formation, suggesting an age of ca. 7 Ma for these latter, on the basis of a dating of the middle section of the Arenisca Albardón Member which yielded 7.0 ± 0.9 Ma. The bearing sediments are interpreted as deposited by a braided river. So far, all the records of fossil capybaras have been found in water-related sediments, in accordance with the semiaquatic habits of their modern representatives.

Resumen. Se estudia un resto de paladar y mandíbula asociados de un roedor procedente del Miembro Arenisca Albardón de la Formación Loma de las Tapias, provincia de San Juan, Argentina. El resto se asigna a *Cardiatherium chasicoense* (Hydrochoeridae) y constituye el único material de la especie hallado fuera de su localidad tipo, Arroyo Chasicó, provincia de Buenos Aires. Dicho ejemplar representa el único resto conocido de cráneo asociado a mandíbula para esta especie, hecho que permite corroborar la asignación a *C. chasicoense* de molariformes superiores aislados procedentes de la localidad tipo. El nuevo ejemplar se comparó de modo cualitativo con todas las especies de *Cardiatherium* reconocidas y se utilizaron métodos morfométricos para comparar rasgos de sus molares, incluyendo morfometría geométrica para estudiar aquellos que no pudieron ser evaluados mediante medidas lineares. Dicho ejemplar corresponde a un individuo juvenil, que se ajustó a las trayectorias de crecimiento ontogenético propuestas para los carpinchos del Mioceno tardío. Su asignación a *C. chasicoense* permite correlacionar los niveles portadores con aquellos de la localidad tipo, asociación de litofacies 3 (Miembro Las Barrancas) de la Formación Arroyo Chasicó, sugiriendo una edad de ca. 7 Ma para estos últimos niveles, sobre la base de una datación de la sección media de la Arenisca Albardón de 7.0 ± 0.9 Ma. En coincidencia con todos los registros previos de carpinchos fósiles, este material fue hallado en depósitos vinculados a medios ácuos, lo cual se corresponde con los hábitos semiacuáticos de los representantes actuales de la familia.

Key words. *Cardiatherium*. Hydrochoeridae. Argentina. Biostratigraphy. Geometric morphometric analyses.

Palabras clave. *Cardiatherium*. Hydrochoeridae. Argentina. Bioestratigrafía. Morfometría geométrica.

Introducción

La familia Hydrochoeridae agrupa a los más grandes roedores vivientes, los carpinchos. En la actualidad la familia está representada por un único

género (*Hydrochoerus*) con dos especies (Woods y Kilpatrick, 2005), pero su registro fósil es más diverso a nivel genérico y específico. Los representantes actuales están distribuidos desde Panamá hasta el centro de Argentina, al este de los Andes; son de hábitos semiacuáticos y habitan áreas forestadas a lo largo de ríos y lagos, con plantas acuáticas o vegetación de pastizales en sus márgenes (Emmons y Feer, 1997). Se destacan por sus molariformes euhipsondotes complejos y multilaminados, sobre cuya morfología se basa la sistemática de la familia.

Los restos más antiguos de hidroquéridos proceden del sudoeste de la provincia de Buenos Aires,

¹División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina.

²División Zoología Vertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina.

³División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina.

⁴CONICET

⁵CIC

⁶CONICET

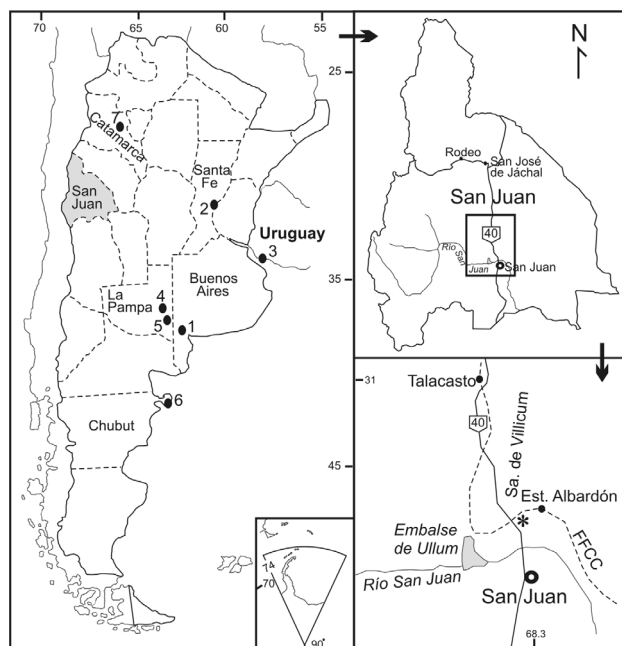


Figura 1. Mapa de ubicación / location map. 1, Arroyo Chasicó; 2, Paraná; 3, San José; 4, Laguna Chillhué; 5, Laguna Guatraché; 6, Punta Delgada; 7, Puerta de Corral Quemado.

Argentina (figura 1), de niveles conocidos como asociación de litofacies 3 según Zárate *et al.* (2007) o Miembro Las Barrancas de la Formación Arroyo Chasicó (Mioceno tardío). Recientemente, Deschamps *et al.* (2007) realizaron una revisión del material de estos primeros hidroquéridos y actualizaron la sistemática siguiendo el esquema planteado por Vucetich *et al.* (2005). Así, la especie más antigua de la familia Hydrochoeridae es *Cardiatherium chasicoense* (Pascual y Bondesio, 1968), hasta el momento conocida exclusivamente por los materiales hallados en su localidad tipo, Bajada de los Toros, en el curso medio del Arroyo Chasicó (figura 1). Para el final del Mioceno tardío (Edad Huayqueriense) se reconocen tres especies: *C. paranense* (Ameghino, 1883) del “conglomerado osífero” (=Mesopotamiense) de la Formación Ituzaingó, Barrancas del río Paraná, provincia de Entre Ríos, Argentina; *C. orientalis* (Francis y Mones, 1965), Formación Kiyú, San José, Uruguay (holotipo) y Formación Cerro Azul, Laguna Chillhué y Laguna Guatraché, provincia de La Pampa, Argentina, y *C. patagonicum* Vucetich, Deschamps, Olivares y Dozo, 2005, Formación Río Negro, Punta Delgada, Península Valdés, provincia de Chubut, Argentina. Existe además otra de estatus dudoso, *C. rosendoi* (Bondesio, 1984), proveniente del Araucanense de Puerta de Corral Quemado, provincia de Catamarca, Argentina (figura 1; véase Vucetich *et al.*, 2005).

El Instituto y Museo de la Universidad Nacional de San Juan posee en sus colecciones un material

asignado a Hydrochoeridae Cardiatherinae hallado en la Formación Loma de las Tapias aflorante en la región de Albardón, provincia de San Juan (figura 1). En este trabajo se estudia dicho material, se lo compara con todos los materiales conocidos del género *Cardiatherium* y se analiza su importancia bioestratigráfica. Además, continuando con el análisis de la morfología dentaria de los carpinchos iniciado por Vucetich *et al.* (2005), se hace por primera vez un análisis de morfometría geométrica en los representantes del género *Cardiatherium*.

Abreviaturas. La nomenclatura y las medidas siguen a Vucetich *et al.* (2005). Nomenclatura dentaria (figura 2.1-3). pr.I, prisma I; pr.II, prisma II; pr.s.a., prisma secundario anterior. Molariformes inferiores: c.1e.-c.3e., 1a-3a columna externa; c.1i.-c.3i., 1a-3a columna interna; h.1e.-h.3e., 1a-3a hendidura externa; h.1i.-h.5i., 1a-5a hendidura interna; h.f.e., hendidura fundamental externa; h.p.i., hendidura primaria interna; h.s.e., hendidura secundaria externa; h.s.i., hendidura secundaria interna; h.s.i.a., hendidura secundaria interna anterior; h.s.i.p., hendidura secundaria interna posterior; h.t.i., hendidura terciaria interna. Molariformes superiores: H.F.I., hendidura fundamental interna; H.P.E., hendidura primaria externa; H.S.E., hendidura secundaria externa. Medidas dentarias (figura 2.4-5; se mantienen las abreviaturas de los nombres en inglés para facilitar comparaciones con trabajos previos). AP, longitud anteroposterior; AW, ancho anterior; AWa, ancho anterior del pr.I; AWb, ancho posterior del pr.I; HFEL, profundidad de la h.f.e.; HPEL, profundidad de la H.P.E.; HSEL, profundidad de la H.S.E.; HSIL, profundidad de la h.s.i.; HTIL, profundidad de la h.t.i.; MW, ancho medio; PW, ancho posterior.

Abreviaturas institucionales. IMUNSJ, Instituto y Museo de la Universidad Nacional de San Juan, provincia de San Juan (PVSJ, colección de Paleontología Vertebrados), Argentina; MD, Museo Darwin, Punta Alta, provincia de Buenos Aires, Argentina; MLP, Museo de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina; MMH, Museo Municipal de Monte Hermoso, provincia de Buenos Aires, Argentina; MMP, Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina; MPEF, Museo Paleontológico Edigio Feruglio, Trelew, provincia de Chubut, Argentina.

Materiales y métodos

Se revisaron los materiales de la colección del Instituto y Museo de la Universidad Nacional de San Juan mencionados como hidroquéridos, tanto en la literatura como en los catálogos de colección. Con excepción del espécimen PVSJ 537, los materiales restantes corresponden a Cardiomyinae, por lo que no son analizados en este trabajo (véase Discusión). Como material comparativo se revisaron todos los materiales de las especies reconocidas del género *Cardiatherium*, *C. chasicoense*, *C. paranense*, *C. orientalis* y *C. patagonicum* (véase Apéndice 1 y Vucetich *et al.*, 2005).

Para comparar el ejemplar PVSJ 537 con las especies del género, se analizó la variación de HSIL y HTIL *versus* el estimador de tamaño AP de los m1-2, incluyendo sus medidas en análisis de regresión simple Modelo II (Sokal y Rohlf, 1994; Legendre y Le-

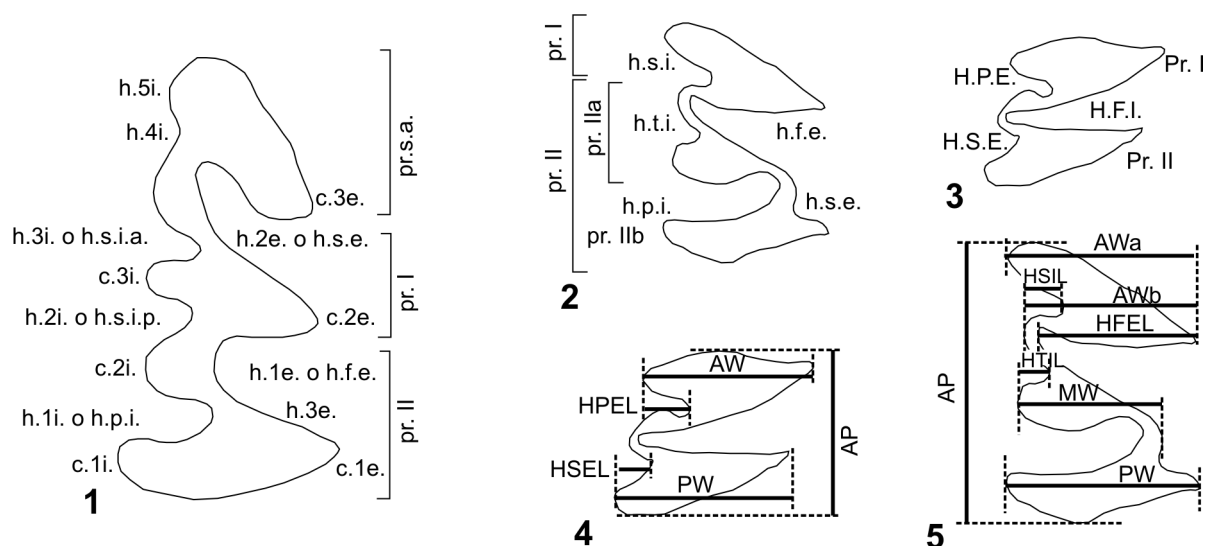


Figura 2. Nomenclatura (1-3) y medidas (4-5) de molariformes de *C. chasicoense* (modificado de Vucetich *et al.*, 2005 y Deschamps *et al.*, 2007); 1, p4 derecho; 2 y 5, m1 ó m2 derechos; 3 y 4, M1 ó M2 derechos / nomenclature and measurements of molariforms of *C. chasicoense* (modified from Vucetich *et al.*, 2005 and Deschamps *et al.*, 2007); 1, right p4; 2 and 5, right m1 or m2; 3 and 4, right M1 or M2.

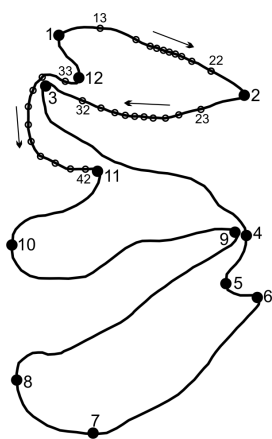
gendre, 1998) realizados previamente (Deschamps *et al.*, 2007). Además, se analizó la variación de estas hendiduras en los m3 mediante líneas de tendencia.

Como el análisis de medidas lineales sólo muestra un aspecto de la variación morfológica observada en los molares, en algunos casos resulta insuficiente al momento de estudiar la morfología global de una estructura; por ejemplo cuando los mismos valores de un mismo conjunto de medidas pueden obtenerse a partir de formas diferentes. Este es el caso de los m3 de las distintas especies de *Cardiatherium*, en los cuales la forma del pr.I es independiente de la profundidad de la h.s.i. Por esta razón, se abordó el estudio de su diseño oclusal mediante morfometría geométrica. Se utilizaron dibujos realizados con cámara clara de la superficie oclusal de los m3 de los representantes de tres especies de *Cardiatherium* y el ejemplar PVSJ 537. La especie restante, *C. patagonicum*, no fue incluida en este análisis ya que sus m3 sólo están representados por ejemplares muy incompletos. Se tomaron 12 *landmarks* de tipo II (Bookstein, 1991) sobre toda la superficie oclusal del molar (figura 3). Además, para evaluar el contorno del pr.I, cuya forma es muy elocuente para la diferenciación entre especies, se distribuyeron 30 *semilandmarks* (Bookstein, 1997) en tres grupos de 10, entre los *landmarks* 1 y 2, 2 y 3 y 11 y 12 (figura 3). La posición de los *semilandmarks* fue establecida mediante el programa MakeFan (IMP; Sheets, 2003). Las coordenadas cartesianas para cada uno de los *landmarks* y *semilandmarks* se obtuvieron usando el programa tpsDig (Rohlf, 2007). Los efectos de traslación, rotación y escala fueron removidos por un análisis general de Procrustes (GPA; Gower, 1975; Rohlf, 1990). Los *semilandmarks*

fueron deslizados para minimizar la variación tangencial a la curva (Adams *et al.*, 2004). Se realizó un análisis de deformaciones relativas para ver la distribución de las especies en el morfoespacio (tpsRelw versión 1.45; Rohlf, 2007). Los cambios de forma fueron analizados usando *thin-plate splines* (Bookstein, 1989; Monteiro y dos Reis, 1999; Zelditch *et al.*, 2004). La regresión multivariada entre las variables de forma (matriz W) y el log10 del tamaño del centroide (TC) para los ejemplares de *C. chasicoense* + PVSJ 537 se realizó con el programa tpsRegr versión 1.34 (Rohlf, 2007).

Geología

Los sedimentos portadores de los restos estudiados son limolitas, areniscas y arcilitas de color pardo claro y rojizo (5YR 5/6 en húmedo y 2,5 YR 6/4 en seco), asignadas a las secuencias neógenas de la Formación Loma de Las Tapias (Serafini *et al.*, 1985), Miembro Arenisca Albardón. Esta formación comprende tres miembros de diferentes granulometrías finas, de abajo hacia arriba: Limolita La Colmena, Arenisca Albardón y Conglomerado El Chilote. Esta formación aflora en gran parte de la cuenca inferior del río San Juan, depresión de Tulúm, adosada a cordones montañosos calcáreos y clásticos paleozoicos (Contreras, 2000). La datación por trazas de fisión en cristales de zircón de una toba intercalada en la sección media del Miembro Arenisca Albardón, dio una edad de 7,0 ± 0,9 Ma (Berkowski *et al.*, 1986). La Formación Loma de Las Tapias representa una secuencia continental, y el Miembro Arenisca Albardón co-



Lista de landmarks

- 1, extremo lingual del pr.I
- 2, extremo labial del pr.I
- 3, profundidad máxima de h.f.e.
- 4, extremo labial del pr.IIa
- 5, profundidad máxima de h.s.e.
- 6, extremo labial del pr.IIb
- 7, extremo posterior del molar
- 8, extremo lingual del pr.IIb
- 9, profundidad máxima de h.p.i.
- 10, extremo lingual del pr.IIa
- 11, profundidad máxima de h.t.i.
- 12, profundidad máxima de h.s.i.

Figura 3. Superficie oclusal de m3 derecho de *C. chasicoense* mostrando la posición de los landmarks (1-12, círculo negro) y semilandmarks (13-42, círculo blanco) / occlusal surface of right m3 of *C. chasicoense* showing the location of landmarks (1-12, black circle) and semilandmarks (13-42, white circle).

responde a un abanico aluvial medio a distal, con desarrollo de un sistema fluvial entrelazado (Contreras *et al.*, 2001).

Paleontología sistemática

Orden RODENTIA Bowdich, 1821
Suborden HYSTRICOGNATHI Tullberg, 1899
Familia HYDROCHOERIDAE Gill, 1872

Cardiatherium Ameghino, 1883

Especie tipo. *Cardiatherium doeringi* Ameghino, 1883.

Cardiatherium chasicoense
(Pascual y Bondesio, 1968)
Figuras 4 y 5

Material referido. PVSJ 537, paladar con ambas series dentarias (P4-M3) deterioradas y mandíbula izquierda asociada, con p4-m3.

Procedencia geográfica. Junta de la huella a Albarcón y vías del ferrocarril, localidad N° 4, San Juan (figura 1).

Procedencia estratigráfica. Formación Loma de las Tapias, Miembro Arenisca Albarcón (V. Contreras, com. pers.), Mioceno tardío.

Descripción y comparaciones. El ejemplar PVSJ 537 muestra una osificación incompleta, característica de individuos juveniles o sub-adultos. Esta condición juvenil se ve sustentada, además, por la posición de la parte posterior de la sínfisis mandibular, dispuesta por delante del p4, y la región del diastema dirigida hacia arriba (figura 4; Vucetich *et al.*, 2005). Las pequeñas dimensiones del ejemplar comparadas con

AMEGHINIANA 46 (2), 2009

las de otros materiales de esta especie, apoyan esta interpretación (figura 5 y tabla 1).

Mandíbula. La parte anterior está fracturada a nivel del p4 y falta la mayor parte de la rama ascendente y la región angular. La división entre la fosa masetérica anterior y la posterior no es tan evidente como en los ejemplares más grandes (adultos) de la especie (Deschamps *et al.*, 2007). Probablemente se deba a su condición de juvenil y al grado de deterioro óseo. El incisivo está roto al nivel del alvéolo. El resto de la serie dentaria está casi completa.

El p4 sólo conserva un fragmento del pr.s.a y el pr.II. (figuras 2, 5.1). Su morfología concuerda con los p4 conocidos de *C. chasicoense* (figura 5.1-6), en la profundidad de la h.p.i. del pr. II. carece de h.sn.i., característica de las especies más derivadas de *Cardiatherium* (figura 5.7), y especialmente conspicua en *C. patagonicum*.

Los m1-2 tienen una morfología oclusal similar a los de *C. chasicoense* de la localidad tipo (figura 5.8-13), con una h.s.i. y h.t.i. poco desarrolladas y h.s.e. pequeña.

Los m3 tienen el pr.I semejante al de los m1-2, al igual que en *C. chasicoense* (figura 5.15-18), con un lóbulo cordiforme y no como en las especies más derivadas del género (*C. orientalis* – figura 5.19 –, *C. paranense* y *C. patagonicum*) en las cuales este prisma se adelgaza anteroposteriormente y muestra una concavidad en la pared posterior, con una h.s.i. que se profundiza con el tamaño.

Paladar. El fragmento de cráneo (figura 4.2b) conserva el paladar hasta el borde posterior, la base de la arcada cigomática izquierda, y la porción posterior del rostro hasta el extremo proximal de los forámenes incisivos. En el margen posterior del paladar, la fosa mesopterigoidea tiene forma de V y penetra hasta la 5ª lámina del M3. Esta conformación es la que muestra *C. orientalis*, en contraposición a la forma del paladar de *C. paranense* cuya fosa mesopterigoidea tiene un margen más amplio, de fondo recto perpendicular al eje longitudinal y penetra solo hasta el borde posterior del M3 (Vucetich y Deschamps, en prensa). La conformación de la fosa mesopterigoidea está asociada en *C. paranense* y *C. orientalis* a la forma de la sutura palatino-maxilar. La sutura palatino-maxilar de *C. paranense* (MLP 87-XI-1-27 y MLP 40-XI-15-2) nace en el Pr.VII del M3 y describe un arco hacia el centro, desde el Pr.IV del M3; en *C. orientalis* (e.g. GHUNLPam 14452 y GHUNLPam 5274) esta sutura corre paralela al M3 hasta el Pr.I, y recién allí se desvía hacia el centro a la altura del Pr.II del M2. En el ejemplar de San Juan se observa la sutura sólo en el lado derecho y en su último trayecto, el cual nace a la altura del Pr. IV del M3 y corre de forma oblicua hacia el centro del paladar de manera semejante a *C. paranense*. La base de la arcada cigomática es oblicua

hacia abajo y atrás y se extiende desde la altura del borde proximal del foramen incisivo hasta la altura del borde anterior del m1. Estos rasgos no pudieron ser comparados con *C. chasicoense* de la localidad tipo por no contar con restos craneanos.

Los molariformes superiores tienen una morfología similar a la de *C. chasicoense* de la localidad tipo (figura 5.20-23, 25-29, 32-34). El Pr.I del P4 (figura 5.20) tiene una orientación levemente diferente y la H.P.E. es más transversal, aunque debe tenerse en cuenta que se trata de un juvenil. El M3 (figura 5.32) tiene 6 prismas en total, 5 laminares, al igual que en los materiales de Arroyo Chasicó, aún en aquellos de mayor tamaño (figura 5.33-34); por el contrario, los M3 de *C. orientalis* (figura 5.35) y *C. paranense* tienen 8 prismas (7 de ellos laminares). En PVSJ 537, la H.P.E. penetra hasta el 23,8% del AW del Pr.I; en ejemplares de mayor tamaño de *C. chasicoense*, como MMP 979-M (figura 5.34), esta hendidura penetra hasta un 44,4%. En un ejemplar de *C. orientalis* (GHUNLPam 5274, figura 5.35) de tamaño similar a MMP 979-M, la H.P.E. llega al 50% del ancho del Pr.I.

Análisis morfométricos

Regresión simple. El análisis realizado con los m1-2 mostró que la HTIL de PVSJ 537 es proporcionalmente menor que en *C. chasicoense* de la localidad tipo y que la HSIL está dentro del rango de variación de dicha especie (figura 6). En los ejemplares de *C. chasicoense* de Arroyo Chasicó, la HTIL muestra poca variación con el incremento de tamaño total del molar; sin embargo, con la incorporación de PVSJ 537, que es uno de los ejemplares más pequeños (=más juveniles) sugiere que durante la ontogenia habría mayor variación de esta hendidura que la supuesta anteriormente (Deschamps *et al.*, 2007). En cuanto a la HSIL, dentro de *C. chasicoense* se observa poco cambio en su longitud con respecto al tamaño (=edad), aún considerando el material PVSJ 537.

El análisis realizado con los m3 exhibió un patrón semejante al observado para los m1-2. Por un lado, HTIL y HSIL de PVSJ 537 presentaron valores menores que los de *C. chasicoense* de la localidad tipo, consistentes con su menor tamaño. Concordantemente con el patrón ya observado en los m1-2, la HTIL se profundiza más que la HSIL. Por otro lado, la línea de tendencia de la HTIL de esta especie, muestra una pendiente semejante a la de las otras especies (figura 6), aunque con valores menores. La HSIL, por el contrario, presenta valores semejantes a los de las otras especies, intermedios entre los de *C. orientalis* y *C. paranense* (figura 6).

Morfometría geométrica. El análisis de deformaciones relativas (*relative warps*, RW) del diseño oclusal del

Tabla 1. Medidas dentarias de los ejemplares de *C. chasicoense* de Arroyo Chasicó ilustrados en la figura 5 y PVSJ 537 / *dental measurements of specimens of C. chasicoense* from Arroyo Chasicó illustrated in figure 5, and PVSJ 537.

P4							
	AP	AW	HP	EL	SEL	PW	
PVSJ 537	5,91	4,28	1,42	2,24	6,22		
MMH-CH 88-6-92f	9,28	6,02	2,24	2,55	7,85		
MMH-CH 88-6-39	9,69	6,32	1,43	2,04	7,75		
MMH-CH 86-9-71f	9,79	6,12	1,73	2,65	7,54		
M1-M2				M3			
	AP	AW	PW	HP	EL	SEL	AP AW
PVSJ 537 M1	5,91	4,38	6,12	1,44	1,28		
PVSJ 537 M2	5,50	5,20	5,71	1,36	1,28		12,24 4,99
MMH-CH 87-7-104b	7,85	7,14	7,65	2,55	1,02		
MLP 76-VI-12-98c	8,46	7,14	7,75	2,45	1,22		
MMP 305a-M	9,18	7,55	8,16	3,06	1,94		
MD-CH 06-107/1							12,75 5,10
MMP 979-M							20,16 8,80
p4							
	AP	Awa	HSIL	AWb	HFEL	MW	PW
PVSJ 537					3,36		4,79
MMH-CH 83-3-60	6,32	2,44	0,46		2,65	3,21	3,62
MD-CH-06-235-1	7,38	2,19			2,85	3,57	4,18
MMP 300-M	11,04	3,84	2,72	4,16	4,64	6,24	6,08
MLP 60-VI-18-37	13,76	4,80	1,44	5,28	3,36	6,88	7,36
MMH-CH 88-6-71	13,44	4,32	16,8	4,48	3,52	5,92	6,96
m1-2							
	AP	AWa	HSIL	AWb	HFEL	MW	HTIL PW
PVSJ 537 m1	6,732	5,1	1,02	4,96	4,38	3,67	0,51 5,304
PVSJ 537 m2	6,732	5,1	0,918	5,12	4,38	3,77	0,51 5,508
MMH-CH 86-9-71c	6,08	3,44	0,64	3,44	2,96	3,36	1,60
MMP 300-M	9,60	7,20	1,28	6,40	4,00	5,60	1,60 6,72
MMH-CH 88-6-43	10,40	7,52	1,60	7,36	6,72	6,24	2,56 7,60
MLP 68-VIII-29-1	10,72	6,56	1,12	6,40	4,32	5,28	2,88 6,40
MMH-CH 87-7-104a	11,52	7,68	1,28	7,36	6,08	6,80	1,84 7,52
m3							
	AP	AWa	HSIL	AWb	HFEL	MW	HTIL PW
PVSJ 537	9,69	4,79	1,12	4,89	4,08	6,12	2,04 5,81
MMP 300-M		6,24	2,24	7,04	6,08	8	3,84
MMH-CH 88-6-41	14,08	6,08	1,92	7,52	6,72	8,32	3,52 8,96
MMH-CH 85-4-40	14,08	7,52	1,92	8,16	7,36	8,64	3,68 8,96
MMH-CH 88-6-71	14,88	7,04	1,76	7,36	6,88	8	3,68 9,44
MLP 55-IV-28-15	14,88	7,68	2,08	8,00	7,20	8,48	3,52 8,80
MMH-CH 88-6-92b	15,52	7,68	1,44	8,32	7,68	8,48	4,32 9,44

m3 (figura 7) mostró que los dos primeros RW explican el 76% de la variación total (62,15% el RWI y 14,10% el RWII). Se observa una clara diferenciación entre la forma de *C. chasicoense* + PVSJ 537 y la del resto de las especies, ubicándose este último ejemplar en el morfoespacio de *C. chasicoense*, en el cuadrante inferior derecho, extremo positivo del RWI. *Cardia-*

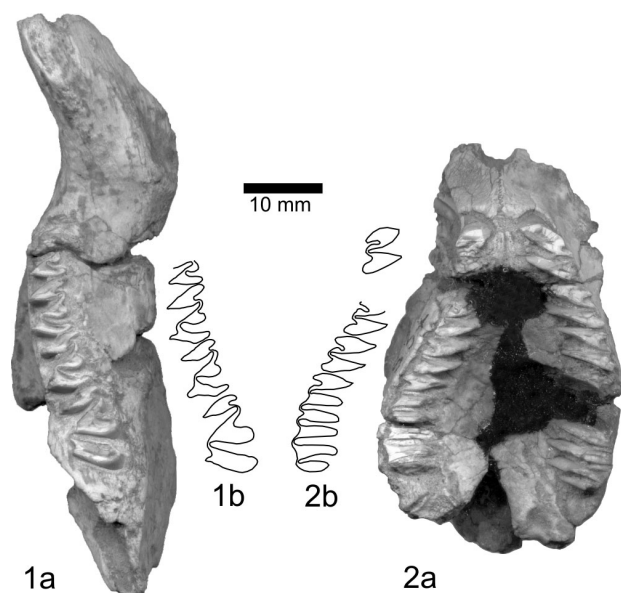


Figura 4. *Carditherium chasicoense* PVSJ 537. **1a**, mandíbula en vista oclusal; **2a**, paladar en vista ventral. **1b** y **2b**, esquemas de la superficie oclusal de los molariformes / **1a**, mandible in oclusal view; **2a**, palate in ventral view. **1b** and **2b**, schemes of the occlusal surface of molariforms.

therium paranense y *C. orientalis* se distribuyen hacia el sector negativo de dicho eje, con la única excepción de un ejemplar juvenil de *C. paranense* (MLP 73-I-10-7, holotipo de *C. "marshi"*, considerado un neonato de *C. paranense* por Vucetich *et al.*, 2005). A lo largo del RWI se expresa la profundización progresiva de las hendiduras h.s.i. y h.t.i. (esta última con una expresión mucho más marcada en los ejemplares adultos de *C. paranense*), el adelgazamiento anteroposterior y el desarrollo de la concavidad de la pared posterior del pr.I (también con su máxima expresión en los ejemplares adultos de *C. paranense*) hacia los valores negativos de dicho componente. La posición del neonato de *C. paranense* en el cuadrante superior izquierdo, se explica por el escaso desarrollo de las hendiduras h.s.i. y h.t.i. en etapas tempranas de la ontogenia (Vucetich *et al.*, 2005). El RWII muestra la profundización de la hendidura h.s.i. y la disminución del AW del pr.I hacia los valores negativos. Los ejemplares de *C. orientalis* se ubican en el cuadrante positivo de dicho componente, junto con los individuos de menor tamaño (=edad) de *C. paranense*, mientras que los de mayor tamaño de esta última, se distribuyen en el cuadrante negativo, expresando una mayor profundidad de ambas hendiduras y de la concavidad de la pared posterior del pr.I.

La regresión multivariada de los ejemplares de *C. chasicoense* de la localidad tipo y PVSJ 537 mostró que el 73% ($F_{80,400}=1.8537$, $p=0.0001$) de la variación morfológica no se explica por el tamaño. La morfología general del m3 es bastante estable durante la ontogenia (al menos en el rango muestreado), y el ras-

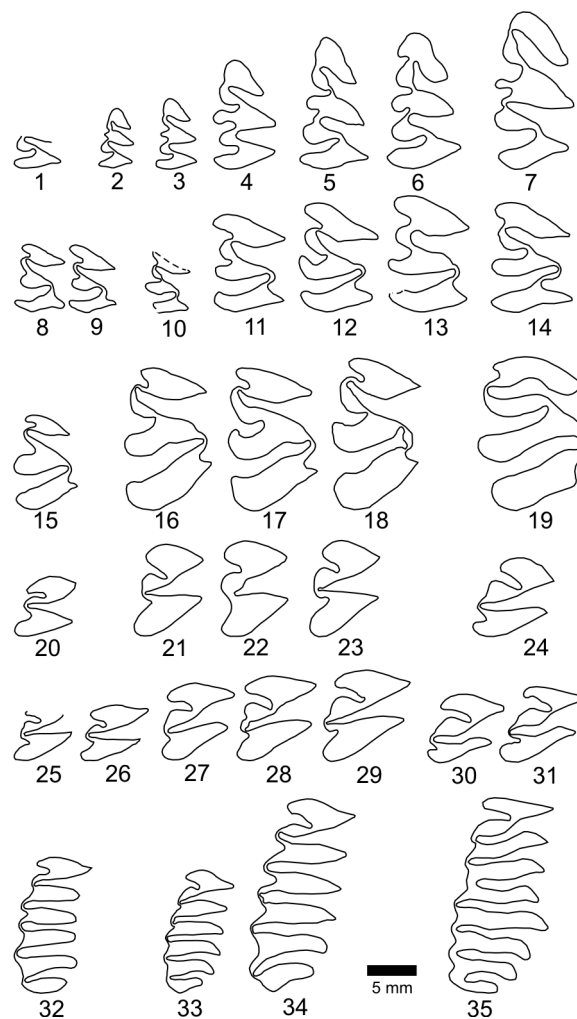


Figura 5. Esquemas de la superficie oclusal de: p4 derecho (o izquierdo invertido) (1-7), m1-m2 (8-14), m3 (15-19), P4 (20-24), M1-M2 (25-31) y M3 (32-35) de *Carditherium chasicoense* (1-6, 8-13, 15-18, 20-23, 25-29 y 32-34) y *Carditherium orientalis* (7, 14, 19, 24, 30, 31 y 35). **1**, PVSJ 537 p4; **2**, MMH-CH 83-3-60; **3**, MD-CH 06-235-1; **4**, MMP 300-M; **5**, MMH-CH 88-6-71 (invertido / reversed); **6**, MLP 60-VI-18-37 (invertido / reversed); **7**, GHUNLPam 9157; **8**, PVSJ 537 m1; **9**, PVSJ 537 m2; **10**, MMH-CH 86-9-71c; **11**, MMP 300-M m1; **12**, MLP 68-VIII-29-1 m2 (invertido / reversed); **13**, MMH-CH 87-7-104a (invertido / reversed); **14**, GHUNLPam 9157 m1; **15**, PVSJ 537; **16**, MMH-CH 88-6-41; **17**, MMH-CH 85-4-40; **18**, MLP 55-IV-28-15; **19**, GHUNLPam 9157; **20**, PVSJ 537; **21**, MMH-CH 88-6-92f; **22**, MMH-CH 88-6-39; **23**, MMH-CH 86-9-71f; **24**, GHUNLPam 5274; **25**, PVSJ 537 M1; **26**, PVSJ 537 M2; **27**, MMH-CH 87-7-104b; **28**, MLP 76-VI-12-98c; **29**, MMP 305a-M; **30**, GHUNLPam 5274 (M1 invertido / reversed); **31**, GHUNLPam 5274 (M2 invertido / reversed); **32**, PVSJ 537; **33**, MD-CH 06-107-1; **34**, MMP 979-M; **35**, GHUNLPam 5274.

go más destacable es la profundización de la h.t.i. con el aumento de tamaño. La figura 8 ilustra una secuencia creciente de tamaño de centroide en la que se incluye a PVSJ 537 con el menor tamaño de centroide (TC: 1.26, figura 8.1) y a los extremos de la muestra

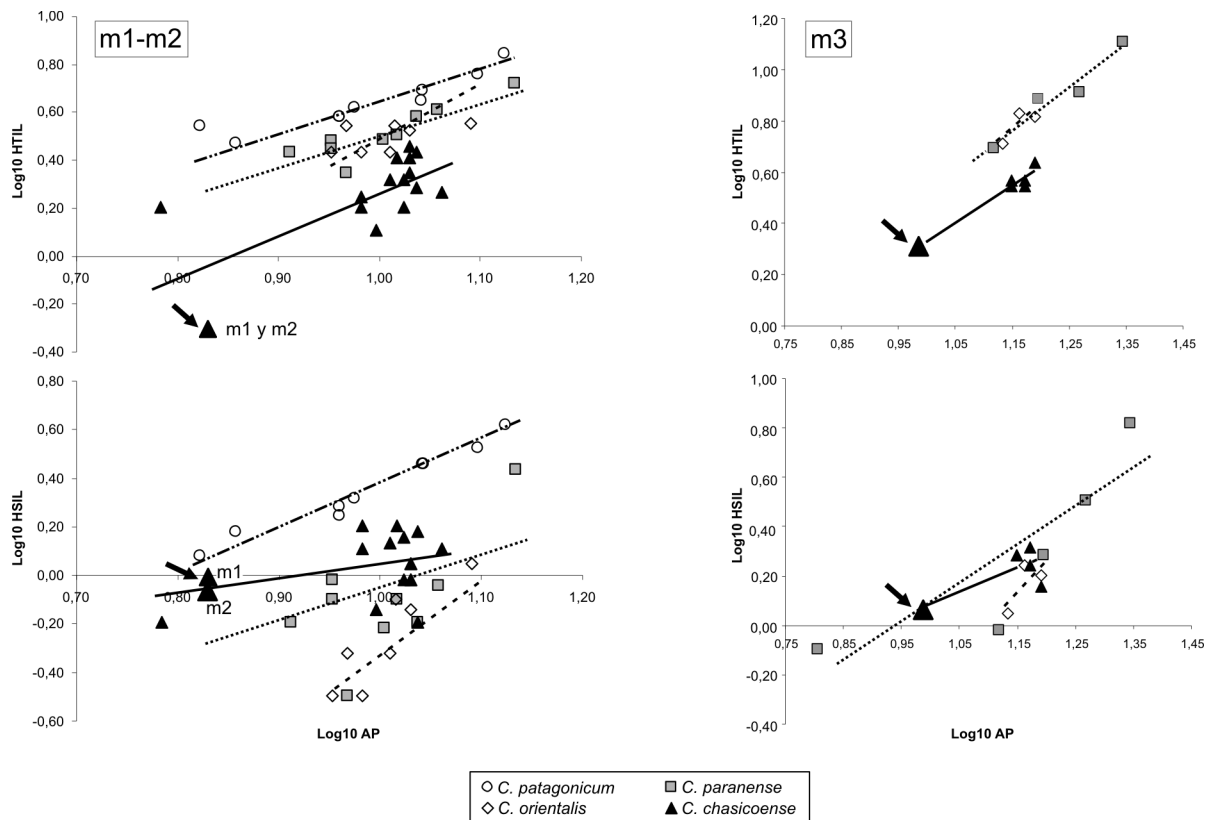


Figura 6. Análisis de regresión simple modelo II y líneas de tendencia en m1-3 de *Cardiatherium*, que muestra la variación de HTIL y HSIL con respecto a AP (izquierda, m1-2 y derecha, m3). Se muestran las rectas de regresión para m1-2 de *C. patagonicum*, *C. paranaense* y *C. orientalis*; para *C. chasicoense* sólo se muestra la línea de tendencia (modificado de Deschamps *et al.*, 2007). Para el m3, se muestran líneas de tendencias para todas las especies. Flecha, PVSJ 537. AP, longitud anteroposterior; HTIL, profundidad de la h.t.i.; HSIL, profundidad de la h.s.i. / Model II regression analysis and trend lines of m1-3 of *Cardiatherium*, showing changes of HTIL and HSIL vs AP (left, m1-2 and right, m3). Regression lines for m1-2 of *C. patagonicum*, *C. paranaense* and *C. orientalis*; and trend line for *C. chasicoense* (modified from Deschamps *et al.*, 2007). Trend lines for m3 are shown for all species. Arrow, PVSJ 537. AP, anteroposterior length; HTIL, h.t.i. length; HSIL, h.s.i. length.

de Arroyo Chasicó, MMP 300-M (TC: 1.37, figura 8.2) y MMH-CH 88-6-92b (TC: 1.46, figura 8.3).

Discusión y conclusiones

Los carpinchos miocénicos han sido registrados fundamentalmente en el centro-este de Argentina y son muy escasos los registros fuera de esta área. Por esta razón, el hallazgo de este ejemplar tan alejado de la región pampeana es muy significativo (figura 1). Los más antiguos carpinchos (*C. chasicoense*, véase Deschamps *et al.*, 2007) en particular, provienen exclusivamente de su localidad tipo en Arroyo Chasicó, suroeste de la provincia de Buenos Aires. El espécimen PVSJ 537 se asigna a *C. chasicoense*, siendo, hasta el momento, el único material de la especie hallado fuera de su localidad tipo. Además, es importante resaltar que PVSJ 537 es el único resto conocido de cráneo asociado a mandíbula para esta especie, lo cual permitió corroborar la asignación sistemática de molariformes superiores aislados hallados en la localidad tipo.

Las únicas menciones de hidroquéridos en San Juan corresponden a *Xenocardia diversidens* Pascual y Bondesio, 1963 y a *Procardiatherium* sp. (Contreras, 1981). El primero, hallado en la Formación Huachipampa, es actualmente considerado un Caviidae por algunos autores (véase Mones, 1986). El segundo proviene de los niveles medios del Miembro Medio de la Formación Ullúm (actualmente, Formación Loma de las Tapias, Miembro Arenisca Albardón). Los materiales previamente referidos a hidroquéridos *in litt.* ya sea como *Procardiatherium* (PVSJ 262, Contreras *et al.*, 2001) o *Cardiatheriinae*, y los restantes ejemplares del IMUNSJ catalogados como tales (PVSJ 171, PVSJ 250, PVSJ 260, PVSJ 276, PVSJ 280 y PVSJ 312) corresponden en realidad a *Cardiomyinae* (Vucetich y Deschamps, obs. pers.). Los roedores de esta subfamilia tienen algunos caracteres similares a los hidroquéridos (e.g. multiplicación de láminas en el M3), pero clásicamente se los considera Caviidae.

Según el modelo evolutivo propuesto por Vucetich *et al.* (2005), las hendiduras h.t.i. y h.s.i. en los

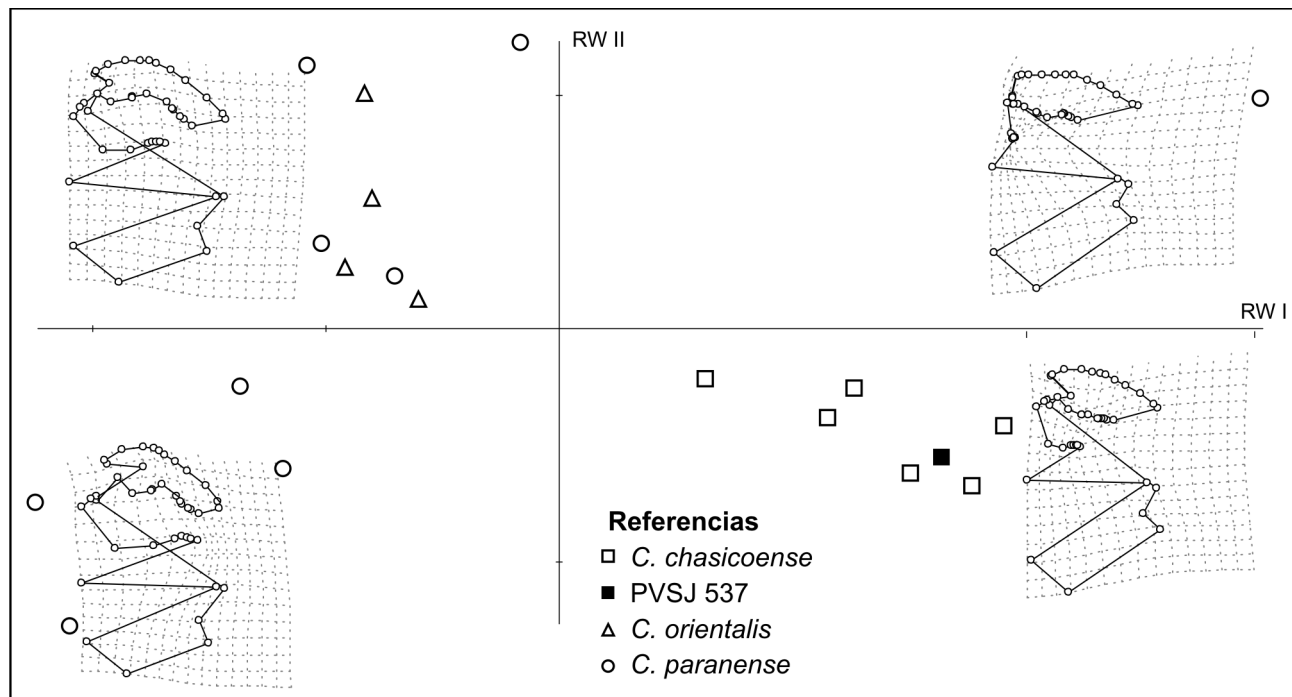


Figura 7. Análisis de la morfología oclusal de los m3 de *C. chasicoense*, *C. paranense*, *C. orientalis* y PVSJ 537. Gráfico bivariado mostrando la distribución de los ejemplares a lo largo de los dos primeros relative warps. Se incluyen las grillas de deformación mostrando la forma promedio de los ejemplares de cada cuadrante para facilitar la visualización de la variación en el morfoespacio / analysis of the occlusal morphology of the m3 of *C. chasicoense*, *C. paranense*, *C. orientalis* and PVSJ 537. Biplot showing the distribution of specimens along the two first relative warps. Deformation grids showing the mean shape of specimens of each quadrant are included to facilitate visualization of the morphological variation in the shape space.

m1-2 de los hidroquéridos fósiles se profundizan progresivamente en la ontogenia. La h.t.i. en particular, se profundiza también desde las especies primitivas a las más derivadas; *C. chasicoense*, la especie más primitiva de este género (Deschamps *et al.*, 2007), presenta la h.t.i. proporcionalmente más corta. De acuerdo a los resultados de este trabajo este patrón se manifiesta también en los m3 (figura 6). Por el contrario, la h.s.i. presenta un patrón de cambio filogenético sin una polaridad clara. Esto se hace muy evidente en el comportamiento de esta hendidura en *C. chasicoense*, que es proporcionalmente más profunda en los m1-2 que en el m3, con respecto a las otras es-

pecies (figura 6). De acuerdo a estos resultados, la h.s.i. de los m1-2 de *C. chasicoense* es más derivada que la del m3.

Los carpinchos actuales son roedores semiacuáticos que habitan áreas forestadas a lo largo de ríos y lagos. Hasta el momento todos los restos de carpinchos fósiles provienen de sedimentos interpretados como depósitos vinculados al agua (Deschamps *et al.*, 2007 y Vucetich y Deschamps, en prensa). En concordancia, las sedimentitas del miembro Arenisca Albardón de la Formación Loma de Las Tapias, portadoras del material estudiado, fueron depositadas por un sistema fluvial entrelazado (Contreras *et al.*, 2001).

El Miembro Arenisca Albardón de la Formación Loma de las Tapias fue referido a la Edad Chasicuense (Contreras, 2000). El hallazgo de este material, particularmente importante por proceder de niveles datados y por estar incluido en un contexto evolutivo en el cual se observa una polaridad en los cambios dentarios (véase Vucetich *et al.*, 2005 y Deschamps *et al.*, 2007), permite ajustar esta correlación. En su localidad tipo, *C. chasicoense* sólo se encuentra en la asociación de litofacies 3 (Miembro Las Barrancas; véase discusión en Zárate *et al.*, 2007) de la Formación Arroyo Chasicó. Estos niveles contienen una fauna algo diferente de los niveles infrayacentes de las asociaciones 1 y 2 (Miembro Viviero) y fueron

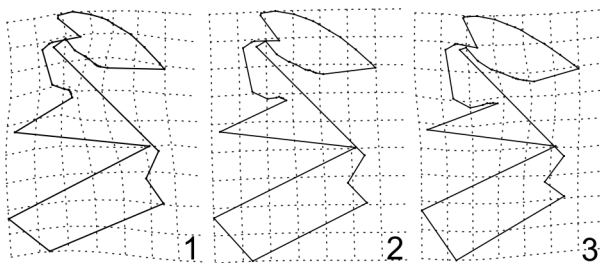


Figura 8. Grillas de deformación mostrando la variación morfológica en una secuencia creciente del log 10 del tamaño de centroide (TC) de *C. chasicoense* / deformation grids showing the morphologic variation in a sequence of increasing centroid size (TC) of *C. chasicoense*. 1, PVSJ 537 TC: 1,26; 2, MMP 300-M TC: 1,37; 3, MMH-CH 88-6-92b TC: 1,46.

Época	Pisos/Edades de América del Sur	Unidades Litoestratigráficas	Hydrochoeridae	Biozonas (Verzi et al., 2008)	Tiempo
Mioceno tardío	Huayqueriense	Fm. CA en Bajo Giuliani		<i>Chasichimys</i> morfotipo a	ca. 6,02 Ma (Verzi et al., 1999, 2008)
		Fm. CA en Lag. Chillhué	<i>Cardiatherium orientalis</i>	<i>Chasichimys scagliai</i>	
	----- ? -----	Fm. ACLB (asoc. 3)/ Fm. LTAA	<i>Cardiatherium chasicoense</i>	?	ca. 7 Ma
	Chasiquense	Fm. ACV (asoc. 1 y 2)		<i>Chasichimys bonaerense</i>	
					9,23 ± 0,09 (Schultz et al., 2004)

Figura 9. Cuadro estratigráfico del Mioceno tardío en América del Sur. Unidades litoestratigráficas mencionadas en el texto y correlación con biozonas establecidas sobre roedores octodóntidos. Fm. CA, Formación Cerro Azul; Fm. AC, Mb. LB, Miembro Las Barrancas de la Formación Arroyo Chasicó; Fm. AC, Mb. V, Miembro Vivero de la Formación Arroyo Chasicó; Fm. LT, Mb. AA, Miembro Arenisca Albardón de la Formación Loma de las Tapias / stratigraphic chart of the South American late Miocene. Lithostratigraphic units mentioned in the text and correlation with biozones of octodontid rodents. Fm. CA, Cerro Azul Formation; Fm. AC, Mb. LB, Las Barrancas Member, Arroyo Chasicó Formation; Fm. AC, Mb. V, Vivero Member, Arroyo Chasicó Formation; Fm. LT, Mb. AA, Arenisca Albardón Member, Loma de las Tapias Formation.

asignados al Chasiquense superior (Tonni et al., 1998), aunque no se descarta su correspondencia con el Huayqueriense inferior (Verzi et al., 2008:152).

La presencia de *C. chasicoense* en el Miembro Arenisca Albardón de la Formación Loma de las Tapias y en la asociación 3 de la Formación Arroyo Chasicó permite correlacionar ambas unidades y, además, estimar el tiempo representado en esta última unidad. Según Zárate et al. (2007) la Formación Arroyo Chasicó no está acotada temporalmente en su límite superior, pero sugieren que podría extenderse hasta los 8,7 Ma. La datación de 7,0 ± 0,9 Ma (Berkowski et al., 1986) del Miembro Arenisca Albardón sugiere que la asociación 3 podría ser aún más joven, extendiéndose hasta cerca de los 7 Ma. Esta edad para la asociación 3 es consistente con las dataciones y/o estimaciones temporales de otros niveles mamíferos referidos al Mioceno tardío. La infrayacente asociación 1 de la Formación Arroyo Chasicó tiene una datación de 9,23 ± 0,09 Ma (Schultz et al., 2004; Zárate et al., 2007). Por otra parte, de acuerdo a Deschamps et al. (2007, figura 1D), el estado evolutivo de *C. chasicoense* dentro de la secuencia de *Cardiatherium* sugiere que los niveles portadores serían más antiguos que aquellos de la Formación Cerro Azul en Laguna Chillhué (figura 1) en donde se registra una especie más derivada, *C. orientalis*. Estudios realizados en roedores octodóntidos (Verzi et al., 2008), indican que estos niveles de Laguna Chillhué son más antiguos que aquellos de Formación Cerro Azul aflorantes en Bajo Giuliani (figura 1) que tienen una edad estimada en ca 6,02 Ma (figura 9). Esto sugiere que la asociación 3 de Arroyo Chasicó no podría extenderse mucho más allá de los ca 7 Ma.

El estudio detallado de secuencias evolutivas en roedores octodontoideos ha resultado fundamental para la correlación de unidades no superpuestas estratigráficamente, portadoras de faunas del Mioceno tardío (Verzi et al., 2008 y literatura allí citada), un lapso importante en la conformación de la fauna pampeana. Este trabajo muestra que los hidroquéricos son útiles como indicadores bioestratigráficos si se los considera en el contexto evolutivo propuesto por Vucetich et al. (2005).

Agradecimientos

Las autoras agradecen especialmente a R. Martínez, IMUNSJ, por el préstamo del material, a V. Di Martino, A. Dondas, M. Reguero, T. Manera y C. Montalvo, por el acceso al material bajo su cuidado. A V.H. Contreras por sus valiosos comentarios sobre la procedencia del material. A C. Morgan por la lectura crítica del apartado de morfometría geométrica. A D.H. Verzi y un revisor anónimo por los valiosos comentarios que contribuyeron a mejorar el manuscrito. Este trabajo fue financiado por: Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica, PICT 38112 y PICT 1484; Subsidios Automáticos, U.N.L.P.

Bibliografía

- Adams, D.C., Rohlf, F.J. y Slice, D.E. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology* 71: 5-16.
- Ameghino, F. 1883. Sobre una nueva colección de mamíferos fósiles recogidos por el Profesor Pedro Scalabrini en las barrancas del Paraná. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* (Córdoba) 5: 257-306.
- Berkowski, F., Berenstein, L.R. de, Johnson, N.M. y Naeser, C.W. 1986. Sedimentología, magnetoestratigrafía y edad isotópica del Terciario en Loma de las Tapias, Ullúm, Prov. de San Juan. 1º Reunión Argentina Sedimentología (La Plata), *Actas* 1: 169-172.

- Bondesio, P. 1984. Un roedor Cardiatheriinae (Hydrochoeridae) del Departamento de Belén, Provincia de Catamarca. Inferencias paleoambientales. Probable edad de los sedimentos portadores. 1º Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados (Buenos Aires), Resúmenes: 25.
- Bookstein, F.L. 1989. Principal warps: thin-plate splines and the decomposition of deformations. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 11: 567-585.
- Bookstein, F.L. 1991. *Morphometric tools for landmark data. Geometry and biology*. Cambridge University Press. New York, 435 pp.
- Bookstein, F.L. 1997. Landmark methods for forms without landmarks: Localizing group differences in outline shape. *Medical Image Understanding* 66: 97-118.
- Contreras, V.H. 1981. Características bioestratigráficas del Terciario de Lomas de Las Tapias, Departamento de Ullúm, Provincia de San Juan. 8º Congreso Geológico Argentino (San Luis), Actas 4: 813-822.
- Contreras, V.H. 2000. El Neógeno tardío de Loma de las Tapias-Quebrada de Ullúm. Departamentos Ullúm, Albardón y Rivadavia, Provincia de San Juan. *Revista Ciencias*, CD: 1-11. San Juan.
- Contreras, V.H., Monetta, A., Baraldo, J., Vallecillo, G., Weidmann, R. y Pesenti, J. 2001. Bioestratigrafía y edad de la Formación Loma de las Tapias, San Juan, Argentina. 8º Congreso Colombiano de Geología (Manizales). Memorias digitales.
- Deschamps, C.M., Olivares, A.I., Vieytes, E.C. y Vucetich, M.G. 2007. The oldest capybaras (Rodentia, Hydrochoeridae; Late Miocene of Argentina): ontogeny and diversity. *Journal of Vertebrate Paleontology* 27: 683-692.
- Emmons, L.H. y Feer, F. 1997. *Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide*. 2º ed. The University of Chicago Press. Chicago, 396 pp.
- Francis, J.C. y Mones, A. 1965. Sobre el hallazgo de *Kiyutherium orientalis* n.g., n.sp. (Rodentia, Hydrochoeridae) en la Formación Kiyú, de las Barrancas de San Gregorio, Departamento de San José, República Oriental del Uruguay. *Kraglieviana* 1: 45-54.
- Gower, J.C. 1975. Generalized procrustes analysis. *Psychometrika* 40: 33-51.
- Legendre, P., y Legendre, L. 1998. *Numerical ecology* (2º ed.). Elsevier. Amsterdam, 853 pp.
- Mones, A. 1986. Palaeovertebrata Sudamericana. Catálogo Sistemático de los vertebrados fósiles de América del Sur. Parte I, Lista preliminar y bibliografía. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 82: 1-625.
- Monteiro, L.R., dos Reis, S.F. 1999. *Princípios de Morfometria Geométrica*. Holos Editora. Ribeirão Preto, 188 pp.
- Pascual, R. y Bondesio, P. 1963. Nuevo tipo de morfología dentaria de un Cardiatheriinae (Rodentia: Hydrochoridae) del Plioceno inferior de Huachipampa (San Juan). *Ameghiniana* 3: 43-49.
- Pascual, R. y Bondesio, P. 1968. Los Cardiatheriinae (Rodentia, Caviomorpha) de la Formación Arroyo Chasicó (Plioceno inferior) de la Provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana* 5: 237-251.
- Rohlf, F.J. 1990. Rotational fit (Procrustes) methods. En: F.J. Rohlf y F.L. Bookstein (eds.), *Proceedings Michigan Morphometrics Workshop. Special publication nº 2, Museum of Zoology. University of Michigan, Michigan*, pp. 227-236.
- Rohlf, F.J. 2007. tps series software available at /http://life.bio.sunysb.edu/morphS.
- Schultz, P., Zárate, M.A., Hames, B., Koeberl, C., Bunch, T., Storzer, D., Renne, P. y Wittke J. 2004. The Quaternary impact record from the Pampas, Argentina. *Earth and Planetary Science Letters* 219: 221-238.
- Serafini, R.L., Bustos, N.E. y Contreras, V.H. 1985. Geología de la Formación Loma de Las Tapias, Quebrada de Ullúm, provincia de San Juan. 1º Jornadas sobre Geología de Precordillera (Buenos Aires). *Asociación Geológica Argentina, Serie A, Memoria y Reunión* 2: 77-82.
- Sheets, H.D. 2003. IMP-Integrated Morphometrics Package. Department of Physics, Canisius College, Buffalo, New York. <http://www.canisius.edu/~sheets/morphsoft.html>.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1994. *Biometry*, 3º ed. Freeman. Nueva York, pp. 880.
- Tonni, E.P., Scillato Yané, G.J., Cione, A.L. y Carlini, A.A. 1998. Bioestratigrafía del Mioceno continental en el curso inferior del arroyo Chasicó, provincia de Buenos Aires. 7º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Bahía Blanca), Resúmenes, 135.
- Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Deschamps C.M. 2008. Biostratigraphy and biochronology of the Late Miocene of central Argentina: evidence from rodents and taphonomy. *Geobios* 41: 145-155.
- Vucetich, M.G. y Deschamps, C.M. En prensa. Palaeontology, evolution and systematics of capybaras. En: J.R. Moreira, K.M.P.M. de Barros Ferraz, E.A. Herrera y D.W. Macdonald (eds.), *Capybara: biologia, produção e conservação*.
- Vucetich, M.G., Deschamps, C.M., Olivares, A.I. y Dozo, M.T. 2005. Capybaras, size, shape and time: a model kit. *Acta Paleontologica Polonica* 50: 259-272.
- Woods, C.A. y Kilpatrick, W. 2005. Infraorden Hystriognathi. En: D.E. Wilson y D.M. Reeder (eds.), *Mammal species of the World: a taxonomic and Geographic reference*, 3º ed., Vol. 2. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, pp. 1538-1600.
- Zárate, M.A., Schultz, P.H., Blasi, A., Heil, C., King, J. y Hames, W. 2007. Geology and geochronology of type Chasicóan (late Miocene) mammal-bearing deposits of Buenos Aires (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 23: 81-90.
- Zelditch, M.L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D. y Fink, W.D. 2004. *Geometric Morphometrics for Biologists: a primer*. Elsevier Academic Press. San Diego, pp. 437.

Recibido: 4 de julio de 2008.

Aceptado: 2 de febrero de 2009.

Apéndice 1

Materiales utilizados en este trabajo

1. *Cardiatherium chasicense*, Formación Arroyo Chasicó, Miembro Las Barrancas, Bajada de los Toros, Arroyo Chasicó, Provincia de Buenos Aires. MLP 55-IV-28-15, mandíbula derecha con m2-3 y m3 izquierdo; MLP 60-VI-18-37 (holotipo de ?*Cardiatherium dubium*), p4 derecho; MLP 68-VIII-29-1, hemimandíbula izquierda con p4-m2; MLP 76-VI-12-98c, M1 ó M2 derecho; MMP 300-M (holotipo), fragmento de hemimandíbula derecha con p4-m3; MMP 305a-M, M1 ó M2 derecho; MMP 979-M, hemimandíbula izquierda con p4-m2; MMH-CH 85-4-40, hemimandíbula derecha casi completa con i1, p4, m1 y m3; MMH-CH 83-3-60, p4 derecho; MMH-CH 86-9-71c, m1 ó m2 derecho; MMH-CH 86-9-71f, P4 derecho; MMH-CH 87-7-104a, m1 ó m2 izquierdo; MMH-CH 87-7-104b, M1 ó M2 derecho; MMH-CH 88-6-39, P4 derecho; MMH-CH 88-6-41, m3 derecho; MMH-CH 88-6-43, m1 ó m2 derecho; MMH-CH 88-6-71, ambas ramas mandibulares con i1-m2 izquierdos y m1 derecho; MMH-CH 88-6-92b, m3 derecho; MMH-CH 88-6-92f, P4 derecho; MD-CH 06-107-1, M3 derecho; MD-CH 06-235-1, p4 derecho (estos dos últimos ejemplares fueron colectados por J. Urrutia en esta localidad, denominando el nivel de procedencia como Asociación de litofacies 3, ver texto). Formación Loma de las Tapias, Miembro Arenisca Albardón, huella a Albardón y vías del ferrocarril, Provincia de San Juan, PVSJ 537, paladar con ambos P4-M3 y mandíbula izquierda asociada, con p4-m3.

2. *Cardiatherium paranense*, base de la Formación Ituzaingó ("Conglomerado osífero", "Mesopotamiense"), Entre Ríos, Argentina. MLP 40-XI-15-1 (neotipo), fragmento de hemimandíbula derecha con p4-m3; MLP 40-XI-15-2, fragmento de paladar con P4-M3 izquierdos y P4-M2 derechos; MLP 61-VI-8-1, fragmento de hemimandíbula derecha con p4-m3; MLP 61-VI-8-2, m3 derecho; MLP 61-VI-8-3, m3 izquierdo; MLP 61-VI-8-4, m3 izquierdo; MLP 73-I-10-7 (holotipo de *Anchimys marshii*), fragmento de hemimandíbula derecha con p4-m3; MLP 78-II-27-1 (holotipo y único espécimen de *Kiyutherium scillatoyanei*), fragmento de hemimandíbula derecha con p4-m3; MLP 87-XI-1-7, m3 izquierdo; MLP 87-XI-1-22a, m3 izquierdo; MLP 87-XI-1-27 (holotipo de *Anatochoerus inusitatus*), cráneo con ambos P4-M3.

3. *Cardiatherium orientalis*, Formación Cerro Azul, provincia de La Pampa, Argentina. Laguna Chillhué: GHUNLPam 5274, cráneo deteriorado, con ambos P4-M3; GHUNLPam 14452, fragmento de cráneo con ambos P4-M3; GHUNLPam 14661, fragmento de cráneo deteriorado con ambos P4-M3 y fragmento de mandíbula derecha con p4-m3. Laguna Guatraché: GHUNLPam 9157, ambas ramas mandibulares con i1-m3. Formación Kiyú, Barrancas de San Gregorio, Uruguay: calco de SPV-FHC 27-XI-64-20 (holotipo de *Kiyutherium orientalis*), p4-m3 derechos.

4. *Cardiatherium patagonicum*, niveles superiores de la Formación Puerto Madryn, Estancia Rincón Chico, Península Valdés, Provincia de Chubut, Argentina. MPEF-PV 740/1 (holotipo) fragmento de hemimandíbula derecha con m1-m2 (y véase Vucetich *et al.*, 2005, hipodigma).